

CERTIFIED COPY OF
PRIOR DOCUMENT 日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

JC781 U.S. PTO
09/996417
11/28/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年11月29日

出願番号

Application Number:

特願2000-362159

出願人

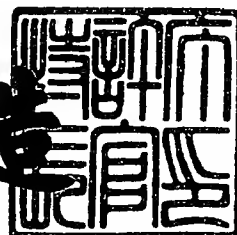
Applicant(s):

オムロン株式会社

2001年11月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願
【整理番号】 1380P
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G06T 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地
オムロン株式会社内

【氏名】 藤枝 紫朗

【特許出願人】

【識別番号】 000002945

【氏名又は名称】 オムロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078916

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 由充

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 056373

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9803438

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像処理方法およびその装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 濃淡画像を処理する方法であって、

前記濃淡画像上の所定大きさの計測領域内に含まれるエッジ画素の数の度合をエッジの方向毎に示すヒストグラムを作成する第 1 のステップと、

前記ヒストグラム上の極大値を抽出して、極大値毎に個別のラベルを設定する第 2 のステップと、

前記計測領域について、各極大値に設定したラベルをそれぞれの極大値に対応するエッジ画素に割り当てたラベル画像を作成する第 3 のステップと、

前記ラベル画像上におけるラベルの連続状態に基づき、前記計測領域に含まれる線分を切り分けて抽出する第 4 のステップと、

前記抽出された線分の中から所定の条件を満たす線分を抽出する第 5 のステップとを順に実行することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 2】 前記第 4 のステップでは、前記ラベル画像上において、同じラベルが連続するエッジ画素の集合毎に個別のラベルを割り当てることにより、各線分を切り分けて抽出する請求項 1 に記載された画像処理方法。

【請求項 3】 前記第 4 のステップにおいて抽出された線分の中に方向が近似し、かつ線分間の位置ずれ量が所定範囲内の値をとる線分の組があるとき、これらの線分を 1 本に統合するステップを、前記第 5 のステップに先立ち実行する請求項 1 または 2 に記載された画像処理方法。

【請求項 4】 請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載された画像処理方法において、前記第 5 のステップにおいて抽出された線分または線分の交点の位置を識別可能な画像を表示するステップを実行する画像処理方法。

【請求項 5】 濃淡画像を処理する方法であって、

前記濃淡画像上の所定大きさの計測領域内に含まれるエッジ画素の数の度合をエッジの方向毎に示すヒストグラムを作成する第 1 のステップと、

前記ヒストグラム上の極大値を抽出して、極大値毎に個別のラベルを設定する第 2 のステップと、

前記計測領域について、各極大値に設定したラベルをそれぞれの極大値に対応するエッジ画素に割り当てたラベル画像を作成する第3のステップと、

前記ラベル画像上におけるラベルの連続状態に基づき、前記計測領域に含まれる線分を切り分けて抽出する第4のステップと、

前記線分の抽出状態を用いて前記計測領域内における欠陥の有無を判別する第5のステップとを順に実行することを特徴とする画像処理方法。

【請求項6】 前記第5のステップでは、前記計測領域内で抽出された線分の中に方向が近似し、かつ線分間の位置ずれ量が所定範囲内の値をとる線分の組があるとき、これら線分の間に欠陥が存在すると判別する請求項5に記載された画像処理方法。

【請求項7】 前記第5のステップでは、前記計測領域内での線分の抽出数を所定の基準値と比較し、両者の値が異なるときに前記計測領域内に欠陥が存在すると判別する請求項5に記載された画像処理方法。

【請求項8】 濃淡画像を処理する方法であって、
対象物の輪郭の向きを示す所定の角度方向につき、角度方向毎に個別のラベルを設定する第1のステップと、

前記濃淡画像上の所定大きさの計測領域内において、前記角度方向毎に設定したラベルをそれぞれその角度方向に対応する方向をエッジの方向とするエッジ画素に割り当てたラベル画像を作成する第2のステップと、

前記ラベル画像上におけるラベルの連続状態に基づき、前記計測領域に含まれる線分を切り分けて抽出する第3のステップと、

前記抽出された線分の中から所定の条件を満たす線分を抽出する第4のステップとを順に実行することを特徴とする画像処理方法。

【請求項9】 濃淡画像を処理する方法であって、
対象物の輪郭の向きを示す所定の角度方向につき、角度方向毎に個別のラベルを設定する第1のステップと、

前記濃淡画像上の所定大きさの計測領域内において、前記角度方向毎に設定したラベルをそれぞれその角度方向に対応する方向をエッジの方向とするエッジ画素に割り当てたラベル画像を作成する第2のステップと、

前記ラベル画像上におけるラベルの連続状態に基づき、前記計測領域に含まれる線分を切り分けて抽出する第3のステップと、

前記線分の抽出状態を用いて前記計測領域内における欠陥の有無を判別する第4のステップとを順に実行することを特徴とする画像処理方法。

【請求項10】 濃淡画像を入力する手段と、

前記濃淡画像上で対象物の輪郭を構成する線分を抽出するための条件の入力を受け付ける手段と、

前記濃淡画像上のエッジ画素を抽出する手段と、

抽出された個々のエッジ画素につき、それぞれそのエッジの方向を計測する手段と、

前記濃淡画像上に所定大きさの計測領域を設定し、この計測領域内において抽出されたエッジ画素の数の度合をエッジの方向毎に示したヒストグラムを作成する手段と、

前記ヒストグラム上の極大値を抽出して、極大値毎に個別のラベルを設定する手段と、

前記計測領域において、各極大値に設定したラベルをそれぞれの極大値に対応するエッジ画素に割り当てたラベル画像を作成する手段と、

前記ラベル画像上におけるラベルの連続状態に基づき、前記計測領域に含まれる線分を切り分けて抽出する手段と、

前記抽出された線分の中から前記入力された条件を満たす線分を抽出する手段とを具備して成る画像処理装置。

【請求項11】 前記線分を抽出する手段は、前記ラベル画像上において同じラベルが連続するエッジ画素の集合毎に個別のラベルを割り当てることにより、各線分を切り分けて抽出する請求項10に記載された画像処理装置。

【請求項12】 前記線分を抽出する手段には、抽出された線分の中に、方向が近似し、かつ線分間の位置ずれ量が所定範囲内の値をとる線分の組があるとき、これらの線分を1本に統合する手段が含まれて成る請求項10または11に記載された画像処理装置。

【請求項13】 請求項10～12のいずれかに記載された画像処理装置に

において、

前記線分を抽出する手段により抽出された線分または線分の交点の位置を識別可能な画像を作成する手段と、作成された画像をモニタ画面上に表示する手段とを具備して成る画像処理装置。

【請求項 1 4】 濃淡画像を処理する装置において、

濃淡画像を入力する手段と、

前記濃淡画像上のエッジ画素を抽出する手段と、

抽出された個々のエッジ画素につき、それぞれそのエッジの方向を計測する手段と、

前記濃淡画像上に所定大きさの計測領域を設定し、この計測領域内において抽出されたエッジ画素の数の度合をエッジの方向毎に示したヒストグラムを作成する手段と、

前記ヒストグラム上の極大値を抽出して、極大値毎に個別のラベルを設定する手段と、

前記計測領域において、各極大値に設定したラベルをそれぞれの極大値に対応するエッジ画素に割り当てたラベル画像を作成する手段と、

前記ラベル画像上におけるラベルの連続状態に基づき、前記計測領域に含まれる線分を切り分けて抽出する手段と、

前記線分の抽出状態に基づき、前記計測領域内における欠陥の有無を判別する手段とを具備して成る画像処理装置。

【請求項 1 5】 前記欠陥の有無を判別する手段は、前記計測領域内で抽出された線分の中に、方向が近似し、かつ線分間の位置ずれ量が所定範囲内の値をとる線分の組があるとき、これら線分の間に欠陥が存在すると判別する請求項 1 4 に記載された画像処理装置。

【請求項 1 6】 前記欠陥の有無を判別する手段は、前記計測領域内での線分の抽出数を所定の基準値と比較し、両者の値が異なるときに計測領域内に欠陥が存在すると判別する請求項 1 4 に記載された画像処理装置。

【請求項 1 7】 濃淡画像を入力する手段と、

前記濃淡画像上で対象物の輪郭の向きを示す角度方向、および前記輪郭を構成

する線分を抽出するための条件の入力を受け付ける手段と、

前記濃淡画像上のエッジ画素を抽出する手段と、

抽出された個々のエッジ画素につき、それぞれそのエッジの方向を計測する手段と、

前記対象物の輪郭の向きを示す角度方向につき、角度方向毎に個別のラベルを設定する手段と、

前記濃淡画像上に所定大きさの計測領域を設定し、この計測領域において前記角度方向毎に設定したラベルをそれぞれその角度方向に対応する方向をエッジの方向とするエッジ画素に割り当てたラベル画像を作成する手段と、

前記ラベル画像上におけるラベルの連続状態に基づき、前記計測領域に含まれる線分を切り分けて抽出する手段と、

前記抽出された線分の中から前記入力された条件を満たす線分を抽出する手段とを具備して成る画像処理装置。

【請求項 1 8】 濃淡画像を入力する手段と、

前記濃淡画像上で対象物の輪郭の向きを示す角度方向の入力を受け付ける手段と、

前記濃淡画像上のエッジ画素を抽出する手段と、

抽出された個々のエッジ画素につき、それぞれそのエッジの方向を計測する手段と、

前記対象物の輪郭の向きを示す角度方向につき、角度方向毎に個別のラベルを設定する手段と、

前記濃淡画像上に所定大きさの計測領域を設定し、この計測領域において前記角度方向毎に設定したラベルをそれぞれその角度方向に対応する方向をエッジの方向とするエッジ画素に割り当てたラベル画像を作成する手段と、

前記ラベル画像上におけるラベルの連続状態に基づき、前記計測領域に含まれる線分を切り分けて抽出する手段と、

前記線分の抽出状態に基づき、前記計測領域内における欠陥の有無を判別する手段とを具備して成る画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

この発明は、コンピュータにより濃淡画像データを処理する分野に属するもので、特に、輪郭線に線分を含む物体を観測対象として、その物体を抽出したり、物体の位置、向きなどを計測したり、輪郭形状に欠陥が生じていないかを検査するなどの処理を行う方法および装置に関連する。

【0 0 0 2】

【従来技術】

濃淡画像上で対象物の位置や向きを観測する場合、従来では、2値化処理や正規化相関演算によるマッチング処理などの方法がとられている。

2値化処理による方法では、2値化により対象物に相当する画像領域を抽出し、その領域の重心位置や主軸角を計測する。またマッチング処理の手法を用いる場合は、対象物のモデルに対して最も高い相関が得られた画像領域の重心位置を対象物の位置として特定したり、前記モデルを所定角度ずつ回転させながらマッチング処理を行い、最も高い相関値が得られた回転角度を対象物の向きとして特定する方法がとられる。

【0 0 0 3】

対象物の輪郭に欠けやバリなどの欠陥が生じていないかどうかを検査する場合には、一般に、2値画像上の輪郭を追跡する方法が用いられる。

この方法では、2値画像上の白画素領域と黒画素領域との境界位置において、周囲近傍の画素を比較しつつ輪郭線を構成する画素を順に追跡し、これら輪郭線を構成する画素の連結パターンが対象物の本来の輪郭パターンにはない傾きを示す場合に、欠陥が発生していると判断する。

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】

2値画像を用いた計測処理や輪郭追跡による欠陥抽出は、背景部分と対象物との濃度差が小さい画像など、2値化による対象物の切分けが困難な画像には適用できない。また2値化が可能であっても、照明条件などの外部環境によって2値画像の状態が変動するので、正確な計測や欠陥抽出処理を行うのは困難である。

【0005】

パターンマッチング処理は、モデルの画像との相関が高い画像領域を抽出する方法であるから、対象物の大きさが種々に変化するような場合は、想定される大きさ毎にモデルを登録する必要がある。しかも計測処理時には、各モデル毎に相関演算処理を実施しなければならないため、処理時間が長くなり、多数の対象物を検査するような用途に適用するのは困難である。さらに対象物の向きを計測する場合には、モデルを回転させる毎に相関演算処理を行わなければならないため、処理時間はますます長くなる。

また複数のモデルを用いたり、モデルを回転させたりする場合に、対象物の輪郭が欠けたり、突出するなどの欠陥が生じると、例えば実際の対象物とは異なる大きさのモデルとの相関値が高くなったり、実際の対象物の向きに対応しない角度だけ回転したモデルとの相関値が高くなるなど、相関演算結果に狂いが生じ、計測精度は著しく低くなる。

【0006】

この発明は上記問題点に着目してなされたもので、濃淡画像上において、所定の条件を満たす線分を高速かつ精度良く抽出することにより、輪郭に線分を有する対象物の位置や向きを計測したり、輪郭上の欠陥を抽出する処理を、安定した精度で高速に実行することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

この発明では、濃淡画像上の所定大きさの計測領域内に含まれるエッジ画素の数の度合をエッジの方向毎に示すヒストグラムを作成する第1のステップと、ヒストグラム上の極大値を抽出して、極大値毎に個別のラベルを設定する第2のステップと、前記計測領域について、各極大値に設定したラベルをそれぞれの極大値に対応するエッジ画素に割り当てたラベル画像を作成する第3のステップと、前記ラベル画像上におけるラベルの連続状態に基づき、前記計測領域に含まれる線分を切り分けて抽出する第4のステップと、前記抽出された線分の中から所定の条件を満たす線分を抽出する第5のステップとを順に実行するようにしている。

【0008】

前記濃淡画像上の計測領域は、濃淡画像上の一部領域または画像全体に設定されるものである。この計測領域内に含まれる「エッジ画素」とは、濃淡画像上において濃淡に所定レベル以上の変動（濃度勾配）が生じている画素である。このエッジ画素は、主として対象物の輪郭線の構成点となるもので、エッジ抽出用フィルタを用いた微分処理によって抽出することができる。

【0009】

前記第1のステップにおけるヒストグラムは、計測領域内のエッジ画素の数をエッジの方向毎に累積することによって作成される。（この累積値については、各エッジ画素の濃度値や濃度勾配の強さなどによる重みづけを行ってもよい。）

「エッジの方向」とは、エッジの向く方向を通る直線の傾きであり、たとえばエッジ画素を境とした濃度勾配方向（濃度の高い方から低い方へと向かう方向またはその逆の方向）に直交する方向として表される。

【0010】

前記ヒストグラム上の極大値は、計測領域においてその極大値の示す方向を向くエッジ画素が多数存在することを示す。なお、前記極大値に対応する方向は1角度方向に限定されるものではなく、極大値を中心とする山状の度数分布に対応する複数の方向を極大値に対応させ、これらの方向に前記極大値に設定したラベルを割り当ててもよい。

【0011】

前記計測領域に線分がある場合、この線分を構成するエッジ画素におけるエッジの向きはほぼ同様であるから、ヒストグラム上では、線分の傾きに対応する方向に極大値が出現する可能性が高い。したがって上記の方法によれば、前記第1、第2のステップにより作成されたヒストグラム上において、所定の線分に対応する方向について極大値が抽出されると、第3のステップでは、この線分の各構成点にあたる各エッジ画素が同じラベルに置き換えられたラベル画像が作成される。さらに第4のステップでは、例えば、前記ラベル画像上において同じラベルが連続するエッジ画素の集合毎に個別のラベルを割り当てることにより、個々の線分が切り分けられる。

【 0 0 1 2 】

第5のステップでは、抽出された各線分について、各構成点の座標を用いて直線の式を求めたり、線分の傾き、長さ、濃度、端点の位置などの特徴量を求めた後、これらの計測結果や他の線分との交わり状態などを抽出条件と比較することにより、条件を満たす線分を抽出する。したがって、例えば、「直交する2つの線分」など、所定の角度で交わる線分の組や、長方形のような所定形状の図形を形成する複数の線分など、処理対象の輪郭を構成する線分を抽出するための条件を設定することにより、その条件に応じた線分を抽出することができる。

【 0 0 1 3 】

濃淡画像上のエッジは、照明条件の変動などにより画像の明るさが変化しても安定して抽出できるので、計測領域内の線分の方角を計測したり、ラベル付を行う処理の精度も安定する。また処理対象はエッジ画素のみであり、しかも対象物の大きさや方向が変動する可能性がある場合は、線分の抽出条件の設定を緩やかにすることにより（例えば、線分の長さについて抽出条件を設定する場合、特定の値に限定するのではなく、「××から〇〇まで」というように範囲指定する。）、対象物の輪郭線を抽出できるので、マッチング処理による計測のように、同様の計測処理を何度も繰り返す必要がない。

【 0 0 1 4 】

好ましい態様では、前記第4のステップにおいて抽出された線分の中に方向が近似し、かつ線分間の位置ずれ量が所定範囲内の値をとる線分の組があるとき、これらの線分を1本に統合するステップを、第5のステップに先立ち実行するようにしている。

線分の方角が近似するか否かの判断は、例えば2つの線分間で各線分の傾きの差をとった場合の差の値を所定のしきい値と比較することにより行われる。また線分の位置ずれ量は、例えば、一方の線分を通る直線に対する他方の線分の端点位置のずれ量として求めることができる。

対象物に欠けや突出などの欠陥が生じると、その欠陥部分の線分が分断された状態となるが、上記の方法によれば、分断された線分を統合することで対象物の本来の輪郭線を認識することができるので、欠陥がある対象物についても、位置

や向きを精度良く計測することが可能となる。

【0015】

他の好ましい態様では、抽出された線分または線分の交点の位置を識別可能な画像を表示するステップを実行する。このような表示によれば、対象物を構成する輪郭線または対象物の頂点などを識別表示でき、ユーザーに処理結果をわかりやすく提示することができる。

【0016】

さらにこの発明では、対象物の輪郭上に生じた欠陥を抽出するために、前記第1～4のステップを実行した後、第4のステップでの線分の抽出状態を用いて計測領域内における欠陥の有無を判別するようにしている。

【0017】

前記したように、輪郭上に欠陥が生じると、その輪郭線が分断されるから、1本の線分に統合する要件を満たす線分の組があるということは、これらの線分の間に欠陥が存在することを意味する。この原理に基づき、この発明の一態様では、計測領域内で方向が近似し、かつ線分間の位置ずれ量が所定範囲内となる線分の組があれば、これら線分の間に欠陥が存在すると判別する。

また単に欠陥の有無を判別するだけであれば、欠陥のない良品モデルを撮像して得た画像において抽出される線分の数基準値として、計測領域内の線分の抽出数をこの基準値と比較すればよい。他の態様では、この原理に基づき、前記計測領域内での線分の抽出数が所定の基準値と異なる場合に、計測領域内に欠陥が存在すると判別するようにしている。なお、前記基準値は、良品モデルの計測により設定する方法に限らず、数値入力により設定してもよい。

【0018】

なお、対象物の輪郭線を抽出したり、輪郭上の欠陥を抽出する処理において、対象物を回転ずれのない安定した状態で撮像できる場合は、ヒストグラムを作成する必要はない。この場合、対象物の輪郭の向きを示す所定の角度方向につき、角度方向毎に個別のラベルを設定する第1のステップと、前記濃淡画像上の所定大きさの計測領域内において、前記角度方向毎に設定したラベルをそれぞれその角度方向に対応する方向をエッジ方向とするエッジ画素に割り当てたラベル画像

を作成する第2のステップと、前記ラベル画像上におけるラベルの連続状態に基づき、前記計測領域に含まれる線分を切り分けて抽出する第3のステップとを順に実行した後、前記抽出された線分の中から所定の条件を満たす線分を抽出するステップ、または線分の抽出状態を用いて前記計測領域内における欠陥の有無を判別するステップを実行することになる。

【0019】

上記の方法によれば、あらかじめ設定された角度方向に基づき、その方向に対応する線分を抽出し、その中から対象物の輪郭線に相当する線分を抽出したり、欠陥を抽出することができるので、輪郭の向きを示す角度方向を設定するだけで簡単かつ精度の良い処理を行うことができる。

なお対象物の輪郭の向きを示す角度方向は、複数方向に限らず、特定の1角度方向になる場合もある。また前記ラベルは、輪郭の向きを示す角度方向を中心とする所定角度範囲に含まれる各方向に設定することができる。

【0020】

さらにこの発明では、濃淡画像を入力する手段、前記濃淡画像上で対象物の輪郭を構成する線分を抽出するための条件の入力を受け付ける手段、前記濃淡画像上のエッジ画素を抽出する手段、抽出された個々のエッジ画素につき、それぞれそのエッジの方向を計測する手段、前記濃淡画像上に所定大きさの計測領域を設定し、この計測領域内において抽出されたエッジ画素の数の度合をエッジの方向毎に示したヒストグラムを作成する手段、前記ヒストグラム上の極大値を抽出して、極大値毎に個別のラベルを設定する手段、前記計測領域において、各極大値に設定したラベルをそれぞれの極大値に対応するエッジ画素に割り当てたラベル画像を作成する手段、前記ラベル画像上におけるラベルの連続状態に基づき、前記計測領域に含まれる線分を切り分けて抽出する手段、前記抽出された線分の中から前記入力された条件を満たす線分を抽出する手段、の各手段を具備する画像処理装置を提供する。

【0021】

なお、濃淡画像を入力する手段は、例えば、カメラやスキャナなどの画像生成手段に接続され、これらの手段より生成された濃淡画像を取り込む手段であって

、インターフェイス回路、A/D変換回路などにより構成される。ただし画像を入力するための構成は、これに限らず、通信により伝送された画像を受け付ける回路、所定の記録媒体に保存された画像を読み出す読取り装置などによって構成することも可能である。

【0022】

上記構成の装置によれば、処理対象の画像とその画像上で線分を抽出するための条件とを入力することにより、濃淡画像上の計測領域におけるエッジ画素が抽出されて前記したヒストグラムの作成処理、ヒストグラム上の極大値を抽出してラベルを設定する処理、ラベル画像を作成する処理、ラベル画像上の各線分を切り分けて抽出する処理、の各処理が順に行われた後、前記入力された条件を満たす線分が抽出されることになる。

【0023】

なお、線分を抽出するための条件の入力は、画像入力の都度、行ってもよいが、条件を変更しないのであれば、前回の条件をそのまま維持して処理を継続しても良い。また画像上の計測領域については、画像全体を計測領域としてもよく、また領域の設定位置や大きさなどの設定条件をあらかじめ定めて、処理対象の画像上に計測領域を自動設定してもよい。もしくは、画像入力の都度、計測領域の設定操作を受け付けて、操作に応じた計測領域を設定するようにしてもよい。

また上記構成の装置に画像の表示機能を設定すれば、抽出された線分や線分の交点を識別して示す画像を表示することができる。

【0024】

さらにこの発明では、他の態様の画像処理装置として、濃淡画像を入力する手段、前記濃淡画像上のエッジ画素を抽出する手段、抽出された個々のエッジ画素につきそれぞれそのエッジの方向を計測する手段、前記濃淡画像上に所定大きさの計測領域を設定し、この計測領域内において抽出されたエッジ画素の数の度合をエッジの方向毎に示したヒストグラムを作成する手段、前記ヒストグラム上の極大値を抽出して、極大値毎に個別のラベルを設定する手段、前記計測領域において、各極大値に設定したラベルをそれぞれの極大値に対応するエッジ画素に割り当てたラベル画像を作成する手段、前記ラベル画像上におけるラベルの連続状

態に基づき、前記計測領域に含まれる線分を切り分けて抽出する手段、前記線分の抽出状態に基づき、前記計測領域内における欠陥の有無を判別する手段、の各手段を具備する画像処理装置を提供する。

【0025】

上記の構成によれば、処理対象の画像を入力すると、その濃淡画像上の計測領域におけるエッジ画素が抽出されて前記したヒストグラムの作成処理、ヒストグラム上の極大値を抽出してラベルを設定する処理、ラベル画像を作成する処理、ラベル画像上の各線分を切り分けて抽出する処理、の各処理が順に行われた後、計測領域内の欠陥の有無を判別することができる。なお、欠陥の有無判別は、前記した線分を統合する要件を満たす線分の組をチェックしたり、計測領域内の線分の抽出数を基準値と比較する処理によって行われる。

【0026】

さらにこの発明では、対象物が回転ずれのない状態で撮像された画像を入力できる場合の画像処理装置として、濃淡画像を入力する手段、前記濃淡画像上で対象物の輪郭の向きを示す角度方向、および前記輪郭を構成する線分を抽出するための条件の入力を受け付ける手段、前記濃淡画像上のエッジ画素を抽出する手段、抽出された個々のエッジ画素につき、それぞれそのエッジの方向を計測する手段、前記対象物の輪郭の向きを示す角度方向につき、角度方向毎に個別のラベルを設定する手段、前記濃淡画像上に所定大きさの計測領域を設定し、この計測領域において前記角度方向毎に設定したラベルをそれぞれその角度方向に対応する方向をエッジの方向とするエッジ画素に割り当てたラベル画像を作成する手段、前記ラベル画像上におけるラベルの連続状態に基づき、前記計測領域に含まれる線分を切り分けて抽出する手段、前記抽出された線分の中から前記入力された条件を満たす線分を抽出する手段を具備する画像処理装置を提供する。

【0027】

上記構成の画像処理装置によれば、あらかじめ対象物の輪郭の向きを示す角度方向や輪郭を構成する線分を抽出するための条件を入力することにより、濃淡画像上の計測領域において、対象物の輪郭の向きを示す角度方向に対応するエッジ画素にラベルを割り当てたラベル画像が作成される。さらにこのラベル画像上で

各輪郭の向きに対応する線分が切り分けて抽出された後、入力された条件を満たす線分が特定されるから、対象物の位置や大きさなどを簡単かつ精度良く計測することができる。

【0028】

さらにこの発明では、対象物が回転ずれのない状態で撮像された画像を入力して輪郭上の欠陥を抽出する画像処理装置として、濃淡画像を入力する手段、前記濃淡画像上で対象物の輪郭の向きを示す角度方向の入力を受け付ける手段、前記濃淡画像上のエッジ画素を抽出する手段、抽出された個々のエッジ画素につき、それぞれそのエッジの方向を計測する手段、前記対象物の輪郭の向きを示す角度方向につき、角度方向毎に個別のラベルを設定する手段、前記濃淡画像上に所定大きさの計測領域を設定し、この計測領域において前記角度方向毎に設定したラベルをそれぞれその角度方向に対応する方向をエッジの方向とするエッジ画素に割り当てたラベル画像を作成する手段、前記ラベル画像上におけるラベルの連続状態に基づき、前記計測領域に含まれる線分を切り分けて抽出する手段、前記線分の抽出状態に基づき、前記計測領域内における欠陥の有無を判別する手段、の各手段を具備する画像処理装置を提供する。なお、この画像処理手段においても、欠陥の有無の判別処理は、線分を統合する要件を満たす線分の組をチェックしたり、計測領域内の線分の抽出数を基準値と比較する処理によって行われる。

【0029】

【発明の実施の形態】

図1は、この発明の一実施例にかかる画像処理装置の構成を示す。

この画像処理装置1は、ディジタル濃淡画像（以下単に「画像」という。）上において、輪郭形状に線分が含まれる物体の輪郭や交点を抽出するためのもので、画像入力部2、画像メモリ3、画像出力部4、タイミング制御部5、キャラクタ・グラフィックメモリ6、文字メモリ7、制御部8、モニタ9、I/Oポート10などにより構成される。

【0030】

画像入力部2は、図示しないアナログカメラからの濃淡画像信号を取り込むためのインターフェイス回路、前記濃淡画像信号をディジタル変換するためのA/D

D変換回路、ノイズカット用のフィルタ回路などにより構成される。なお前記カメラはアナログカメラに限らず、デジタルカメラを用いてもよい。

【0031】

前記画像メモリ3は、画像入力部2により取り込まれたデジタル量の濃淡画像データ（以下単に、「画像」という。）を取り込んで保存する。キャラクタ・グラフィックメモリ6には、後記するヒストグラム、処理結果画像、線分の抽出条件の設定画面などを表示するのに必要な画像データが格納される。

文字メモリ7には、検査結果などの文字情報を表示するためのテキストデータやその表示位置などが格納される。これらメモリ3、6、7は、それぞれアドレス／データバス11を介して制御部8に接続され、制御部8からの指示に応じたデータを、タイミング制御部5からのタイミング信号に応じて画像出力部4またはアドレス／データバス11に出力する。

【0032】

前記制御部8は、CPU12、ROM13、RAM14を主体とし、このほかに検査のための処理手順を示す制御プログラムがインストールされたハードディスク15を具備する。CPU12は、ハードディスク15内の制御プログラムに基づき、アドレス／データバス11を介して各メモリに対する情報の読書きを行いつつ目的とする計測処理を実行する。

【0033】

前記画像出力部4は、モニタ9に対し、計測対象の物体の画像のほか、前記ヒストグラム、処理結果画像、ならびに検査結果を示す文字情報などを単独または合成した状態で与え、画面上に表示させる。I/Oポート10は、キーボード、マウスなどの入力部や、外部記憶装置、伝送部のような出力部に接続され、入力部からの各種設定データを入力したり、検査結果を外部に出力する際に用いられる。

【0034】

この実施例の画像処理装置1では、入力された画像上に計測対象の物体を含むような計測領域を設定するとともに、計測対象の物体の輪郭を構成する線分を抽出するための条件として、前記線分の特徴を示すデータの入力を受け付けるよう

にしている。なお、計測領域は、あらかじめ設定された条件に基づいて設定されるが、これに限らず、画像を入力する都度、ユーザーの設定操作に応じて任意の位置に任意の大きさの計測領域を設けてもよい。また入力画像全体を計測領域としてもよい。

【0035】

図2は、画像処理装置1における一連の計測処理の流れ（ST1～10）を示す。以下、図3～14を順に参照しながら、図2の流れに沿って、計測処理の詳細を説明する。

【0036】

まずST1では、前記計測領域内のエッジ画素を抽出する。

このエッジ画素の抽出処理では、画像上に図3に示すような3×3マスクを走査しつつ、走査位置毎に、マスク内の各画素の濃度値Iをつぎの(1)～(3)式にあてはめることにより、中央の画素g（座標位置(x, y)にある画素)について、x, yの各軸方向毎の濃度勾配 $E_x(x, y)$, $E_y(x, y)$ 、およびその濃度勾配の強さ（以下「エッジ強度」という。） $E_i(x, y)$ を算出する。

【0037】

【数1】

$$E_x(x, y) = \{I(x+1, y-1) + 2I(x+1, y) + I(x+1, y+1)\} \\ - \{I(x-1, y-1) + 2I(x-1, y) + I(x-1, y+1)\} \quad \dots (1)$$

【0038】

【数2】

$$E_y(x, y) = \{I(x-1, y+1) + 2I(x, y+1) + I(x+1, y+1)\} \\ - \{I(x-1, y-1) + 2I(x, y-1) + I(x+1, y-1)\} \quad \dots (2)$$

【0039】

【数 3】

$$E_i(x,y)=\sqrt{\{E_x(x,y)\}^2+\{E_y(x,y)\}^2} \quad \dots(3)$$

【0 0 4 0】

なおこの実施例では、後記するように、ソフトウェア処理によりマスクを走査してエッジ画素の抽出処理を行っているが、これに限らず、専用の微分回路により画像メモリ 3 への画像入力と平行させてエッジ画素の抽出処理を行い、生成されたエッジ画像を用いて以下の処理を行うようにしてもよい。

【0 0 4 1】

前記濃度勾配 $E_x(x, y)$, $E_y(x, y)$ は、着目画素 g を境にした濃度の変化量を x , y の各軸方向毎に示したものである。エッジ強度 $E_i(x, y)$ は、これら濃度勾配 $E_x(x, y)$, $E_y(x, y)$ の示すベクトルの合成ベクトルの長さに相当するもので、このエッジ強度 $E_i(x, y)$ が所定値を越えるとき、着目画素 g はエッジ画素として認定される。

またこの合成ベクトルの示す方向によって、着目画素 g を境として濃度が変化する方向（すなわち濃度勾配の方向）が示されることになる。

【0 0 4 2】

つぎの ST 2 では、ST 1 で抽出された各エッジ画素につき、順に、エッジの向きを表す角度（以下、この角度を示す数値データを「エッジコード」という。）を求めるとともに、計測領域内のエッジ画素の数をエッジコードの値毎に切り分けたヒストグラム（以下、このヒストグラムを「エッジコードヒストグラム」という。）を作成する。

【0 0 4 3】

図 4 は、対象物の輪郭部分の一部を拡大してエッジコードの表し方を示したものである。

図中、E は、前記（1）～（3）式により抽出されたエッジ画素である。この実施例では、濃度の高い方から低い方へと向かうベクトル F をエッジ画素 E における濃度勾配の方向とし、このベクトル F に直交するベクトル C を、エッジの方

向としている。なお、図示例は、対象物の濃度が背景よりも小さい場合（すなわち対象物が背景よりも暗い場合）の例であり、対象物と背景との濃度の関係が逆になる場合は、ベクトルF、Cの向きは反転する。

【0044】

この実施例では、エッジ画素Eからx軸の正方向に向かうベクトルBを基準として、ベクトルCをベクトルBから半時計回り方向に見たときの角度 $E_c(x, y)$ を、前記エッジコードとしている。

【0045】

前記ベクトルFは、前記(1)(2)式により得た濃度勾配 $E_x(x, y)$ 、 $E_y(x, y)$ の合成ベクトルであり、ベクトルCはベクトルFに直交するベクトルであるから、エッジコード $E_c(x, y)$ は、濃度勾配 $E_x(x, y)$ 、 $E_y(x, y)$ の値に応じて下記①～⑤のいずれかの式によって求められる。

【0046】

- ① $E_x(x, y) > 0$ および $E_y(x, y) \geq 0$ のとき、

$$E_c(x, y) = \text{atan}(E_y(x, y) / E_x(x, y))$$
- ② $E_x(x, y) > 0$ および $E_y(x, y) < 0$ のとき、

$$E_c(x, y) = 360 + \text{atan}(E_y(x, y) / E_x(x, y))$$
- ③ $E_x(x, y) < 0$ のとき、

$$E_c(x, y) = 180 + \text{atan}(E_y(x, y) / E_x(x, y))$$
- ④ $E_x(x, y) = 0$ および $E_y(x, y) > 0$ のとき、

$$E_c(x, y) = 0$$
- ⑤ $E_x(x, y) = 0$ および $E_y(x, y) < 0$ のとき、

$$E_c(x, y) = 180$$

【0047】

前記エッジコードヒストグラムを作成するには、計測領域内の各エッジ画素につき、前記①～⑤を用いてエッジコード $E_c(x, y)$ を算出しつつ、算出されたエッジコード $E_c(x, y)$ の値に対応する度数を1ずつ加算するか、または着目中のエッジ画素のエッジ強度 $E_i(x, y)$ による重みを付けた度数を加算する。

なお、この実施例では、デジタル処理を行うため、前記エッジコードヒストグラム上の角度を1度単位で設定するようにしている。さらにノイズ除去のために、すべてのエッジ画素についてのエッジコードの算出と度数加算処理とが終了した時点でヒストグラムの平滑化処理を実施している。

【0048】

またこの実施例では、計測領域内のエッジ画素を抽出し終えてからエッジヒストグラムの作成を行っているが、これに限らず、計測領域内を順にサーチして、エッジ画素を抽出する毎に、エッジコードの算出および度数加算処理を続けて行うようにしてもよい。

【0049】

画像上において、線分を構成する各エッジ画素のエッジコードは、すべて前記線分の傾きに相当する値をとるはずである。したがって計測領域内に線分が存在する場合には、前記エッジコードヒストグラムでは、線分の傾きに対応する角度付近にピークが出現する可能性が高くなる。また計測領域内に傾きの異なる複数の線分が存在する場合には、エッジコードヒストグラム上の各線分の傾きに対応する角度位置に、それぞれピークが現れる可能性がある。

【0050】

図5(1)は、処理対象の濃淡画像を示す。同図において、16は対象物の画像であり、背景よりも濃度が低く、直交する4方向に分類可能な線分を組み合わせた十字型の輪郭形状を具備している。

図5(2)は、前記図5(1)の対象物について作成されたエッジコードヒストグラムを示すもので、前記輪郭形状の4方向に相当する4つのピークP1～P4が現れている。

【0051】

ST3では、このヒストグラム上で前記ピークに対応する極大値を抽出する。

極大値を抽出するには、たとえば前記エッジコードヒストグラムの角度毎の度数を、角度の小さい方から順に比較して(ただしエッジコードが359度のときの度数は0度のときの度数と比較する。)、所定大きさ以上の山状の度数変化を抽出し、この山の頂点に相当する度数を極大値と認定する。

【0052】

こうして極大値が求められると、つぎのST4では、各極大値にそれぞれ個別のラベルを設定する。さらに続くST5では、前記計測領域において、各極大値に対応するエッジコードを有するエッジ画素に、それぞれ対応する極大値に設定されたラベルを割り当てて、ラベル画像を作成する。なお、このラベル画像においては、ラベルが設定されていないエッジコードに対応するエッジ画素やエッジではない画素には、処理対象のデータではないことを示すラベル（たとえば“null”）が割り当てられる。

【0053】

またST5では、極大値を得た角度を中心として、前記山状の度数分布に相当する角度範囲内のエッジコードに、前記極大値に設定されたラベルを割り当てるのが望ましい。

図5（2）では、前記各ピークP1～P4について、それぞれピークP1～P4を中心とする比較的高い度数が得られる角度範囲を抽出し、これら角度範囲に含まれる各角度に、ラベル $\theta_1 \sim \theta_4$ を対応づけている。

【0054】

図6（1）は、前記図5（1）の画像のエッジ抽出結果に前記ラベル $\theta_1 \sim \theta_4$ を割り当てた例を示す。

図示例によれば、線分を構成するエッジ画素のエッジコードは、エッジコードヒストグラムの前記ピークP1～P4のいずれかに対応するから、各線分には、 $\theta_1 \sim \theta_4$ のいずれかのラベルが対応づけられることになる。

【0055】

図6（1）の状態では、画像上に同一のエッジコードに対応する線分が複数存在すると、これらの線分には同じラベルが割り当てられる。すなわちST5のラベリング処理のみでは、画像上の各線分を完全に切り分けることはできない。

そこでつぎのST6では、独立した線分毎に個別のラベルが付与されるように、ラベルの付け直しを行う。（以下、ST5の処理を「仮ラベリング処理」と呼び、ST6の処理を「本ラベリング処理」と呼ぶ。）

【0056】

本ラベリング処理では、ST5の仮ラベリング処理により作成されたラベル画像において同じラベルが連続するエッジ画素の集合を抽出し、これら同じラベルが連続する集合毎に個別のラベルを割り当てて、第2のラベル画像を作成する。

【0057】

図6(2)は、前記図6(1)の仮ラベリング処理の結果に本ラベリング処理を行った結果を示すもので、前記ラベル θ_1 が割り当てられた3つの線分は、それぞれ θ_{11} 、 θ_{12} 、 θ_{13} の各ラベルにより切り分けられている。同様に、前記ラベル θ_2 が割り当てられた3つの線分には、 θ_{21} 、 θ_{22} 、 θ_{23} の各ラベルが、前記ラベル θ_3 が割り当てられた3つの線分には、 θ_{31} 、 θ_{32} 、 θ_{33} の各ラベルが、前記ラベル θ_4 が割り当てられた3つの線分には、 θ_{41} 、 θ_{42} 、 θ_{43} の各ラベルが、それぞれ割り当てられて、各線分が切り分けられている。

【0058】

このような2段階のラベリング処理により、各線分をラベル毎に切り分けて認識することが可能となる。ST7では、この状態下において、ラベル毎に、それぞれそのラベルが付与されたエッジ画素の集合（以下これを「ラベル集合」という。）を用いて、つぎのA～Fに示す演算を実行することにより、各線分の特徴量を算出する。

なお、A、Bにおける Σ 演算は、いずれもラベル集合内の各要素についての算出結果の総和を求めることを意味するもので、また (x_n, y_n) はラベル集合内の1要素に相当するエッジ画素を示す。

【0059】

A. 濃淡重心: GX, GY

ラベル集合の示す線分の重心位置の座標を算出するもので、ラベル集合内の各エッジのエッジ強度 $E_i(x_n, y_n)$ を重みとしたつぎの(a) - 1, (a) - 2の各式により求められる。

$$GX = \Sigma \{ E_i(x_n, y_n) \cdot x_n \} / \{ E_i(x_n, y_n) \} \quad \dots (a) - 1$$

$$GY = \Sigma \{ E_i(x_n, y_n) \cdot y_n \} / \{ E_i(x_n, y_n) \} \quad \dots (a) - 2$$

【0060】

B. 方向和: SCX, SCY

ラベル集合に属する各エッジのエッジコードをx軸, y軸の各軸方向の成分に分解した値の総和であって、つぎの(b)-1, (b)-2の各式により求められる。

$$SCX = \sum \cos \{Ec(x_n, y_n)\} \cdots (b) - 1$$

$$SCY = \sum \sin \{Ec(x_n, y_n)\} \cdots (b) - 2$$

【0061】

C. 方向平均: EC

ラベル集合の示す線分の傾きに相当する特徴量であって、前記方向和SCX, SCYの大小関係に基づき、つぎの(c)-1~(c)-5式のいずれかにより求められる。

SCX > 0 かつ SCY ≥ 0 のとき

$$EC = \tan^{-1} (SCY / SCX) \cdots (c) - 1$$

SCX > 0 かつ SCY < 0 のとき

$$EC = 360 + \tan^{-1} (SCY / SCX) \cdots (c) - 2$$

SCX < 0 のとき

$$EC = 180 + \tan^{-1} (SCY / SCX) \cdots (c) - 3$$

SCX = 0 かつ SCY > 0 のとき

$$EC = 0 \cdots (c) - 4$$

SCX = 0 かつ SCY < 0 のとき

$$EC = 180 \cdots (c) - 5$$

【0062】

D. 直線の方程式

ラベル集合の示す線分を通る直線P (図7に示す。)を示すもので、前記方向和SCX, SCY, および濃淡重心GX, GYを用いて、つぎの(d)式により表される。

$$SCY \cdot x + SCX \cdot y - (SCY \cdot GX + SCX \cdot GY) \cdots (d)$$

【0063】

E. 端点座標: (x_1, y_1) (x_2, y_2)

前記線分の各端点の座標であるが、この実施例では、計測処理のばらつきを考慮して前記直線P上に位置する端点の座標を求めるために、つぎのような演算を実行している。

まず処理対象のエッジ集合のx座標、y座標の中から、それぞれ最大値 x_{\max} , y_{\max} および最小値 x_{\min} , y_{\min} を抽出し、これらの座標により線分の仮端点の座標 (x_1', y_1') (x_2', y_2') を設定する。

なお、各仮端点のx座標は、 $x_1' = x_{\min}$, $x_2' = x_{\max}$ となり、y座標は、 $SCY \cdot SCX \geq 0$ のときは

$$y_1' = y_{\min} \quad y_2' = y_{\max}$$

$SCY \cdot SCX < 0$ のときは

$$y_1' = y_{\max} \quad y_2' = y_{\min} \text{ となる。}$$

【0064】

このようにして仮端点 (x_1', y_1') , (x_2', y_2') を求めると、これらの座標と前記(d)の直線の方程式とを用いて、各仮端点から直線に下ろした垂線の足の座標を求め、その座標を端点の座標 (x_1, y_1) (x_2, y_2) とする。

【0065】

F. 線分の長さL

前記線分の端点間の距離に相当するもので、各端点の座標を距離の算出式にあてはめることにより求められる。

【0066】

図7は、上記A～Fの処理により求められる特徴量のうち、前記濃淡重心 (GX, GY) , 線分を通る直線P, 線分の長さL, 線分の端点 (x_1, y_1) (x_2, y_2) を示す。つぎのST8, 9では、これらの特徴量や直線の式を用いた演算処理を実行する。

【0067】

ST8では、前記線分毎の特徴量を用いて、1本の線分として統合可能な線分の組があるか否かを判別する。そして統合が可能な線分の組が見つかったと、これ

ら線分の各構成要素のエッジ画素をひとまとめにした新たなラベル集合を形成し、その集合に新しいラベルを設定する。さらにこの新しいラベル集合についても、前記 A ～ F に示した各特徴量や直線の式が求められる。

なお、統合前の各ラベル集合およびその特徴量も、消去されずに維持される。

【 0 0 6 8 】

図 8 は、前記線分の統合が可能か否かを判別するための具体的な手順を示し、図 9 は、この判別処理に用いられるパラメータの概念を示す。

なお、図 9 中、A、B は着目中の線分、P 1、P 2 は、これら線分 A、B を通る直線、C は線分 A、B を統合した場合の統合後の線分である。この図示例では、パラメータをわかりやすく示すために、各線分 A、B の傾きの差や線分間の位置ずれ量を大きく示している。

【 0 0 6 9 】

図 8 の手順は、計測領域内のすべての線分の組合せ（ここでは、2 本の線分による組合せをいう。）に対して実行される。

まず ST 8 - 1 では、着目中の線分 A、B について、傾き（前記した方向平均 EC）の差 δ を求め、この δ が所定のしきい値以下であるか否かを判定する。

【 0 0 7 0 】

つぎの ST 8 - 2 では、各線分 A、B の向かい合う端点（図 9 の点 a 2、b 1）間の距離 d を算出し、これが所定のしきい値以下であるか否かを判定する。

【 0 0 7 1 】

ST 8 - 3 では、統合後の線分 C の長さ L 3 を求め、この長さが各線分 A、B の長さの和（L 1 + L 2）以上であるか否かを判定する。なお統合後の線分の長さ L 3 は、各線分 A、B の向かい合わない端点（図 9 の端点 a 1 と b 2）間の距離として算出される。

【 0 0 7 2 】

ST 8 - 4 では、線分間の位置ずれ量を求め、この位置ずれ量が所定のしきい値以下であるか否かを判定する。なおこの位置ずれ量は、前記向かい合う端点間のずれ量として表されるもので、この実施例では、一方の線分（図示例では線分 B）を通る直線（図示例では P 2）に対し、他方の線分（図示例では線分 A）の

線分 B 側の端点 a 1 から下した垂線の長さ h と定義している。

【 0 0 7 3 】

上記 S T 8 - 1 ~ 8 - 4 の判定処理が順に行われて、いずれの判定結果も「Y E S」となると、S T 8 - 5 に進み、前記線分 A, B の統合が可能であると判定する。他方、S T 8 - 1 ~ 8 - 4 のいずれかの判定処理で「N O」の判定がなされた場合は、S T 8 - 6 に進み、前記 A, B の統合は不可能であると判定する。

【 0 0 7 4 】

なお各判定処理に用いるしきい値のうち、端点間の距離 d に対するしきい値は、比較的大きな値に設定してよいが、方向平均の差 δ ならびに線分間の位置ずれ量 h に対するしきい値は、極力小さな値にするのが望ましい。

そもそも線分は傾きが一定であるから、傾きが大きく異なる線分が同一直線上に位置することなどあり得ない。またたとえ傾きの差が小さくとも、線分間の位置ずれが大きいと、これら直線が 1 直線上に位置すると考えるのは困難である。これに対し、線分が大きな欠陥により分断されると、分断された各線分の向かい合う端点間の距離 d の値は大きくなるから、端点間の距離 d に対する許容値はある程度大きくすることができる。

【 0 0 7 5 】

図 1 0 は、前記線分が統合されるケースと統合されないケースとの違いを例示したもので、図中の (1) (2) では、いずれも傾きに差のない 2 つの線分 A, B を示している。図 1 0 (1) では、各線分 A, B の向かい合う端点 a, b 間の距離 d は大きいですが、線分 A, B 間の位置ずれ量 h は線分の幅範囲内であるから、各線分 A, B は統合可能と判断される。

これに対し、図 1 0 (2) の例では、端点 a, b 間の距離 d は図 1 0 (1) よりも小さいが、位置ずれ量 h は線分の幅範囲を越えており、各線分 A, B の統合は不可能と判断される。

【 0 0 7 6 】

前記した直線の統合処理によれば、図 1 1 に示すように、統合可能な線分の組が複数組ある場合（図示例では直線 A と B, 直線 B と D との 2 組）には、各組毎に統合処理を行って新たな線分 C, E を設定した後、さらにこれらの線分 C, E

を統合して、各線分を 1 本の線分 F に統合することも可能となる。

なお統合された線分 C, E, F には、それぞれ個別のラベルが設定され、統合前の各線分 A, B, D のラベルもそのまま維持するのが望ましい。

【 0 0 7 7 】

図 2 に戻って、上記のようにして計測領域内に存在する各線分を個別に抽出し、統合可能な線分を統合する処理が完了すると、ST9 では、これら線分の中から抽出条件を満たす線分を抽出する。

前記抽出条件は、線分の長さ、傾きなど、1 本の線分を抽出するための条件としてもよいが、対象物の位置や方向を計測するためには、複数本の線分を抽出するための条件を設定するのが望ましい。

【 0 0 7 8 】

図 1 2 は、前記直線の抽出条件として、対象物の輪郭の隣り合う 2 辺を構成する線分を抽出するように設定されている場合の抽出方法を示す。この場合も前記統合処理と同様に、計測領域内の線分の組を順に検索し、各組毎に、処理対象の線分 A, B の長さ L_1 , L_2 が対象物の大きさに応じた長さであるかどうかを判定する。また抽出条件として、各線分のなす角度が指定されている場合は、各線分 A, B を通る直線 P_1 , P_2 の方程式から、各直線のなす角 α を求め、この α を抽出条件と比較する。

【 0 0 7 9 】

図 1 3 は、前記抽出条件として、平行な線分の組を抽出することが設定された場合の線分の抽出方法を示す。この場合の具体的な抽出処理では、計測領域内の各線分の組合せ毎に線分間の傾きの差をとり、この差がゼロに近い値をとる組合せを抽出する。さらに線分間の距離も抽出条件に含まれている場合は、平行と認定された線分 A, B を通る直線 P_1 , P_2 の方程式から線分間の距離を求め、これを条件と比較する。また図 1 2 の例と同様に、各線分の長さを抽出条件とすることもできる。

なおこの図 1 3 の方法において、抽出すべき線分間の距離をきわめて小さく設定すれば、パッケージ上に生じた直線キズのような微小な幅の対象物を抽出することができる。

【 0 0 8 0 】

図 1 4 は、前記抽出条件として、所定大きさの長方形を構成する線分を抽出することが設定された場合の線分の抽出方法を示す。この場合は、まず図 1 4 (1) に示すように、長方形の向かい合う辺に相当する 2 組の平行な線分（図示例では線分 A と B、線分 C と D）を抽出する。なお、各線分の組の抽出は、前記図 1 3 と同様の方法により行われるもので、図中の E、F、G は、平行な線分としての条件にあてはまらなかった線分である。

さらに抽出された各組間での線分の傾き（方向平均）の差が 9 0 度に近似していることを確認した上で、図 1 4 (2) に示すように、各線分の重心 $g_1 \sim g_4$ （前記濃淡重心の座標（GX, GY）を用いる。）を結ぶ領域 r および平行な線分の組毎の重心を結ぶ直線 m_1 、 m_2 を設定する。このとき各直線 m_1 、 m_2 の交点 M が領域 r 内にあれば、各線分 $\theta_1 \sim \theta_4$ が長方形を構成する線分であると判定する。

【 0 0 8 1 】

このようにして抽出条件に適合する線分が見つかり、ST10 では、抽出された線分をたとえば所定の色彩または輝度で識別する処理結果画像を生成する。生成された処理結果画像は、前記モニタ 9 に与えられて表示される。

なお前記図 1 2 に示すように、抽出された各線分を通る直線の方程式から、線分または直線の交点（ c_x 、 c_y ）を求めると、この交点位置を所定のマークで示すような処理結果画像を生成して表示することもできる。

【 0 0 8 2 】

上記実施例によれば、濃淡画像上のエッジを用いた計測を行うので、照明の変動などにより画像の明るさが変化しても、計測結果に狂いが生じにくく、安定した計測を行うことができる。また対象物の大きさや方向が変化する可能性がある場合は、線分の長さや傾きについての抽出条件を緩やかに設定したり、他の抽出条件を設定することにより、目的とする線分を抽出できるので、精度が高い計測処理を簡単かつ高速に行うことができる。

【 0 0 8 3 】

なお、この実施例では、計測領域から対象物の輪郭線を構成する線分を抽出し

て、その抽出結果を表示するにとどめているが、これに限らず、抽出結果を用いて対象物の位置や向きを計測するようにしてもよい。

たとえば、前記図14のような長形状の輪郭を具備する対象物を計測対象とする場合、抽出された各線分A～Dを通る直線の方程式を用いて対象物に対応する画像領域を特定した後にその領域内の重心位置を求め、その値を対象物の位置として特定することができる。また対象物の向きは、いずれか一方の線分の組（例えば長い方の線分A、B）の傾きによって表すことができる。

【0084】

さらに前記図8、9に示した線分の統合判定処理によれば、欠陥により分断された輪郭線を統合の対象として抽出できるから、前記統合判定処理を輪郭上に生じた欠陥を抽出する用途に適用することも可能である。

また単に欠陥の有無を判別するだけでよい場合は、あらかじめ良品モデルによる計測を行って、計測領域内での線分の適正な抽出数を求めておき、検査対象の画像により得られた線分の抽出数が前記適正な抽出数になるか否かをチェックすればよい。

【0085】

なお、上記の実施例では、対象物が回転ずれる場合を想定してエッジコードヒストグラムを作成し、線分に相当する極大値を抽出しているが、対象物を位置ずれのない安定した状態で撮像できるのであれば、あらかじめ濃淡画像上における対象物の輪郭の向きを入力しておくことにより、対象物の輪郭の向きに対応する方向をエッジコードとするエッジ画素にラベル付を行って、前記輪郭の向きに対応する線分を抽出することができる。またエッジコードヒストグラムを作成した上での計測処理と、エッジコードヒストグラムの作成を行わない計測処理とを適宜切り替えられるように構成しても良い。

【0086】

【発明の効果】

上記したように、この発明では、濃淡画像上のエッジの度合をエッジの方向毎に示したヒストグラムを作成し、そのヒストグラム上の極大値に基づき各エッジをラベリングする処理により、濃淡画像上の線分を切り分けて抽出し、さらにそ

の中から条件に応じた線分を抽出するようにしたから、画像の明るさが変動したり、対象物の大きさや方向が変化しても、高精度の計測処理を行うことができる。また対象物の大きさや方向が変化しても、マッチング処理による計測のように何度も計測処理を繰り返す必要がなく、処理速度、精度ともに安定した計測を行うことができる。さらに、濃淡画像上の対象物に回転ずれが生じない場合は、対象物の輪郭の向きを示す角度方向を設定するだけで、簡単かつ精度の良い計測処理を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

この発明の一実施例にかかる画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図2】

画像処理の手順を示すフローチャートである。

【図3】

エッジ抽出処理に用いるマスクを示す説明図である。

【図4】

エッジコードの表し方を示す説明図である。

【図5】

対象物の濃淡画像およびこの画像のエッジ抽出結果を処理して得たエッジコードヒストグラムを示す説明図である。

【図6】

図5の画像についての仮ラベリング処理および本ラベリング処理の結果を示す説明図である。

【図7】

線分の特徴量の概念を示す説明図である。

【図8】

線分の統合判定に関する処理手順を示すフローチャートである。

【図9】

線分の統合判定に用いるパラメータを説明する図である。

【図10】

線分の統合が可能と判定された例および不可能と判定された例を示す説明図である。

【図 1 1】

複数の線分を統合した例を示す説明図である。

【図 1 2】

線分の抽出処理の具体例を示す説明図である。

【図 1 3】

線分の抽出処理の具体例を示す説明図である。

【図 1 4】

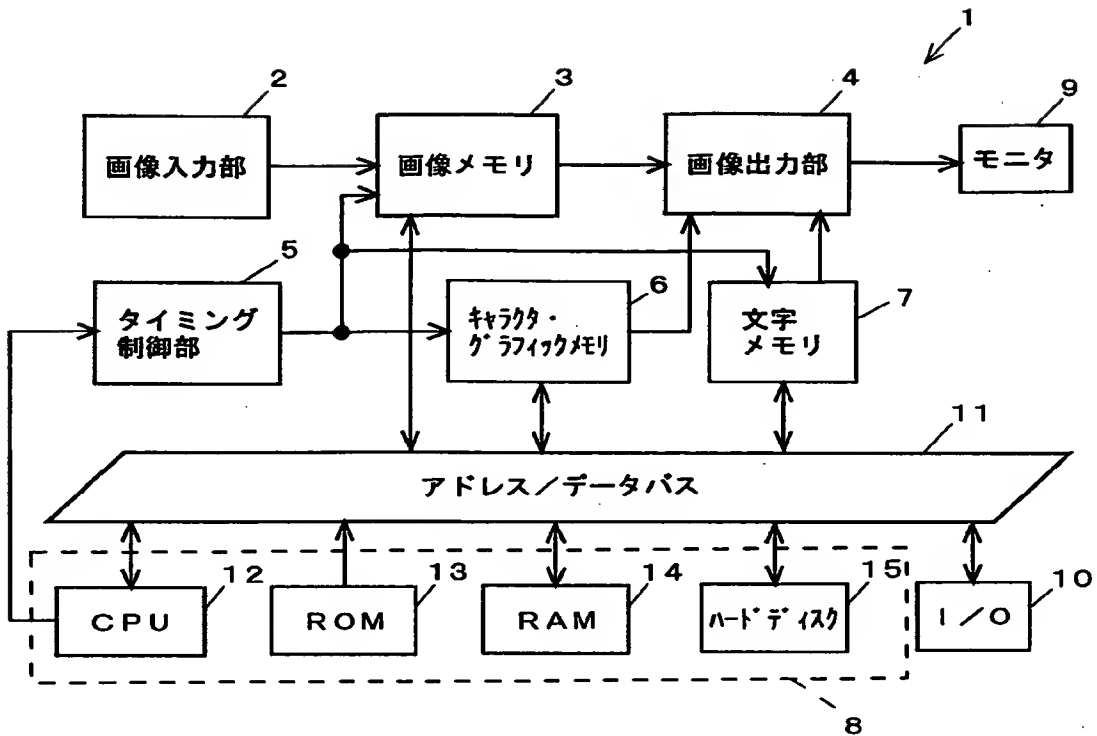
線分の抽出処理の具体例を示す説明図である。

【符号の説明】

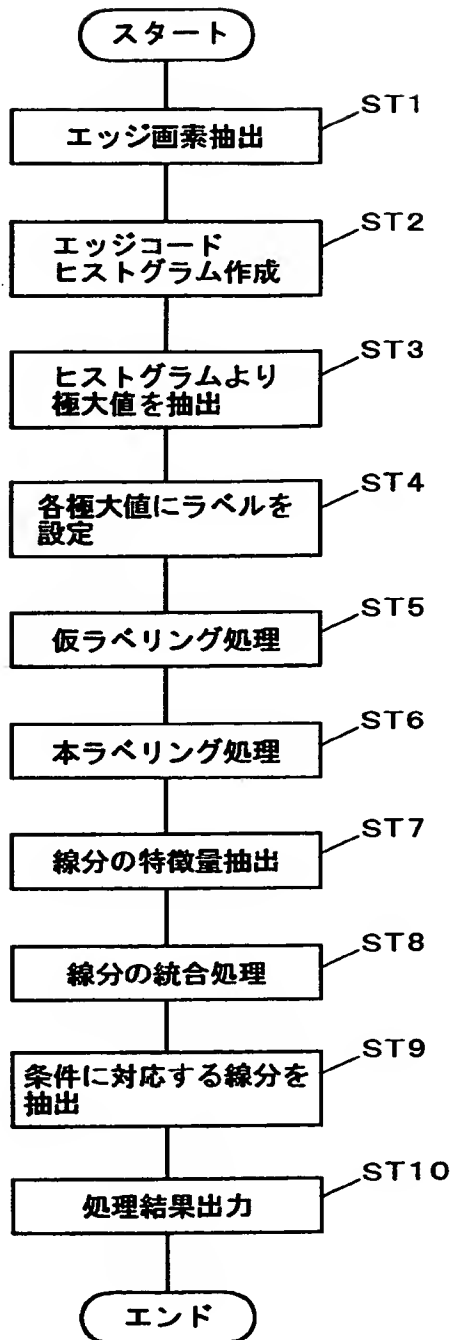
- 1 画像処理装置
- 2 画像入力部
- 4 画像出力部
- 7 制御部
- 9 モニタ
- 11 CPU

【書類名】 図面

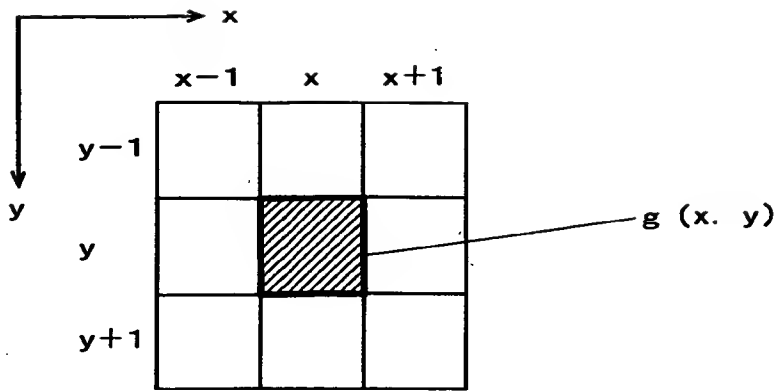
【図 1】



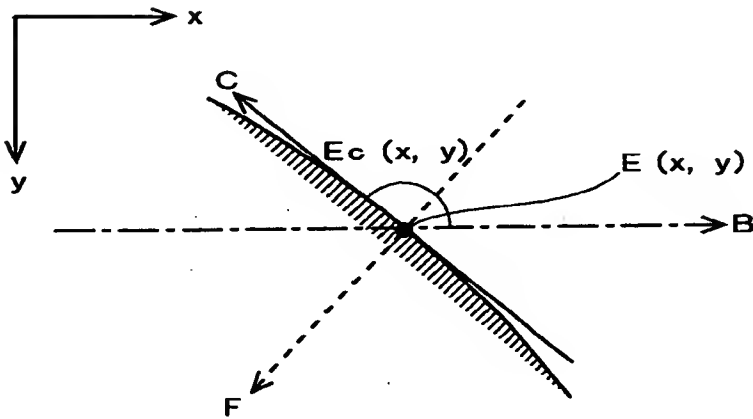
【図 2】



【图 3】

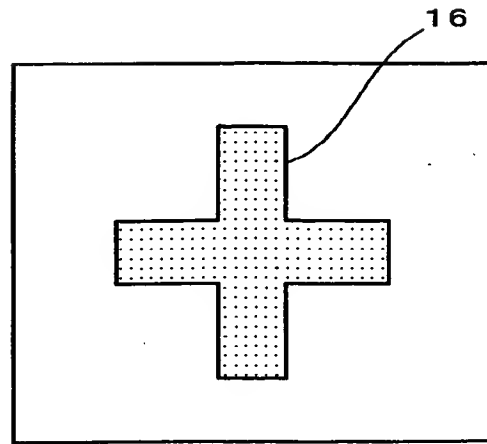


【图 4】

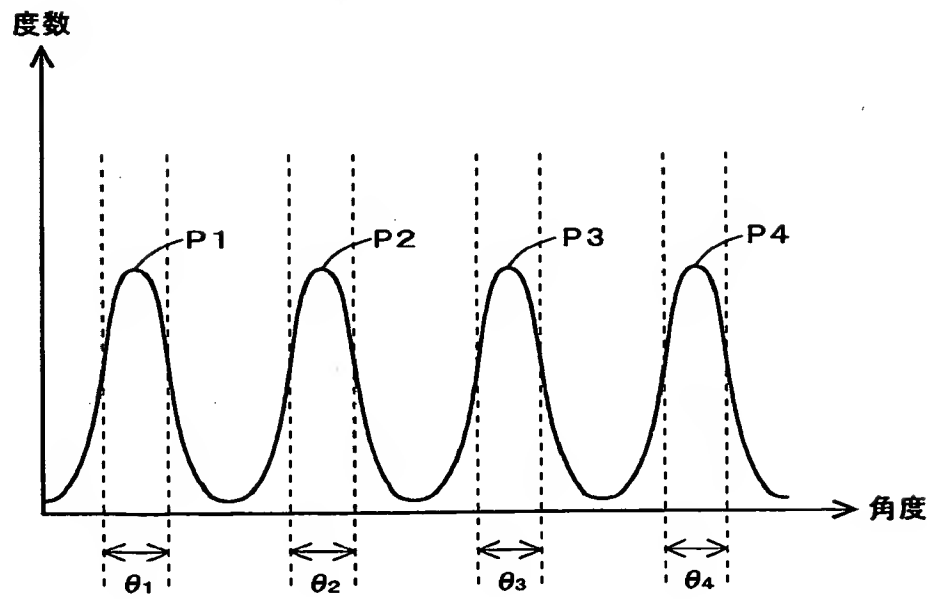


【図 5】

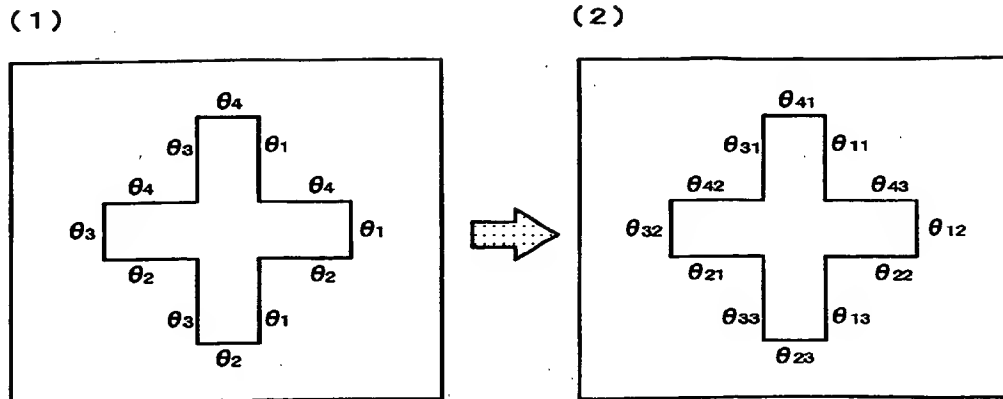
(1)



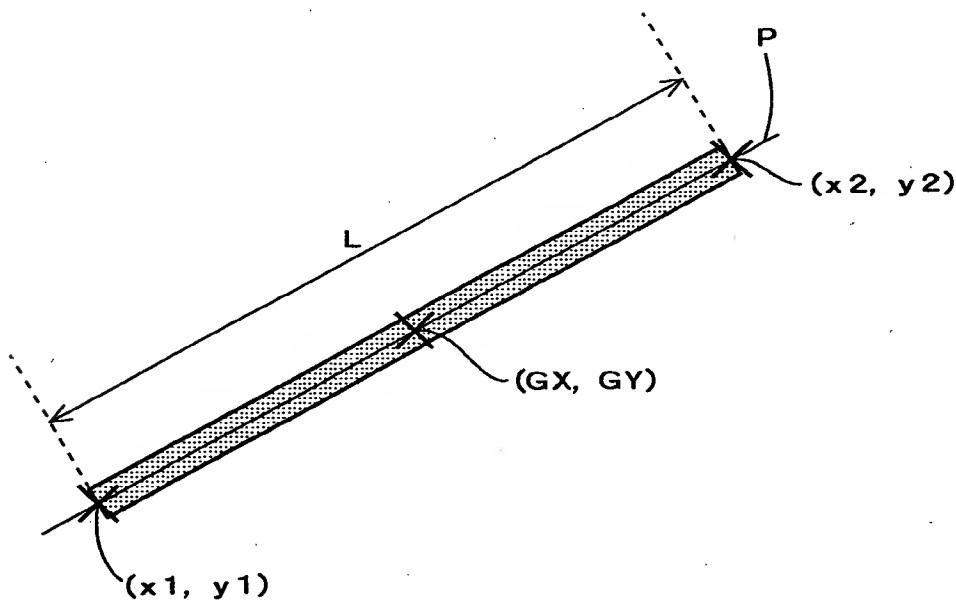
(2)



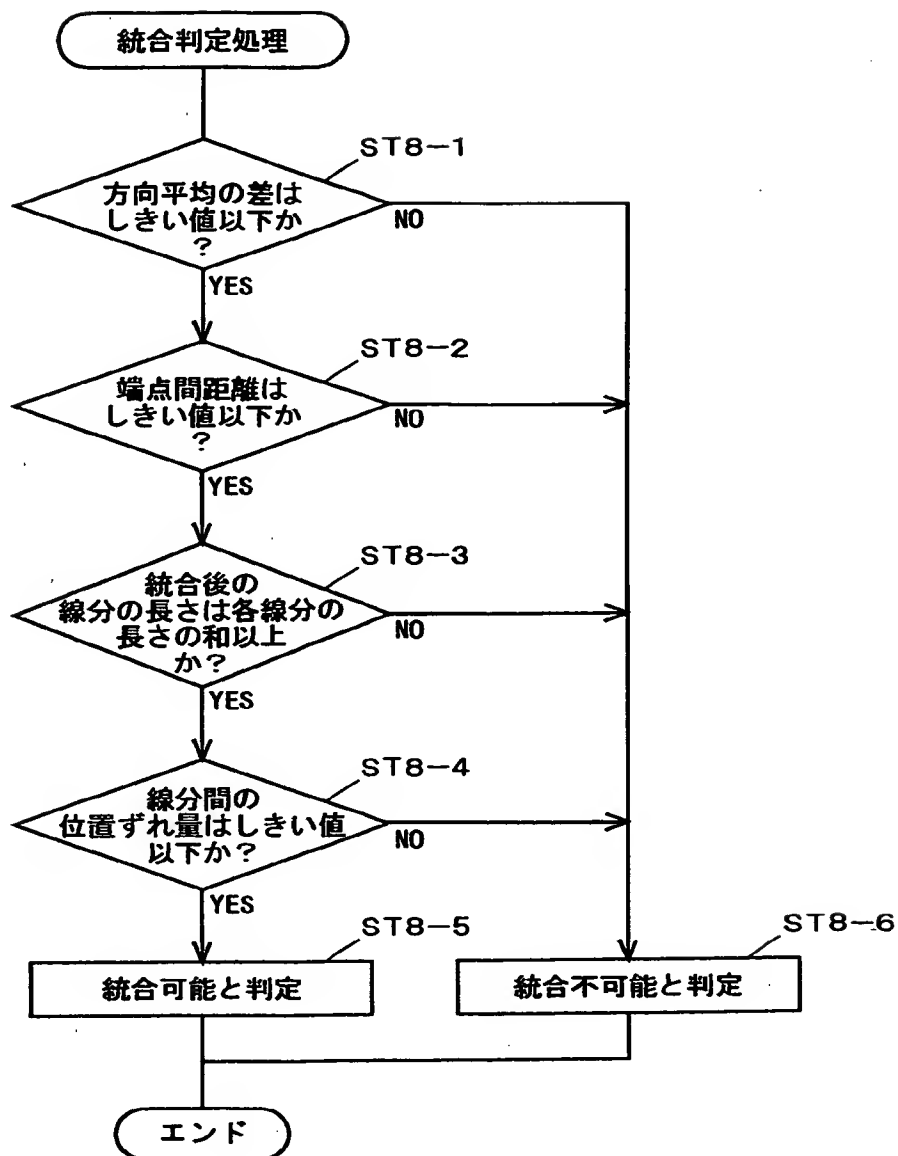
【図6】



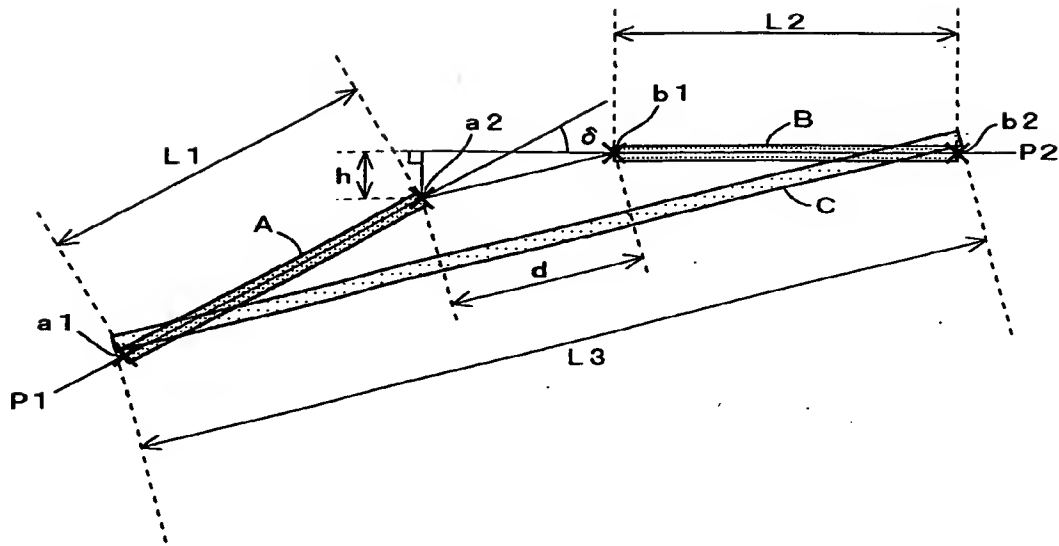
【図7】



【図 8】

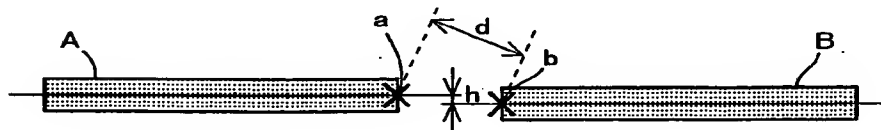


【図9】

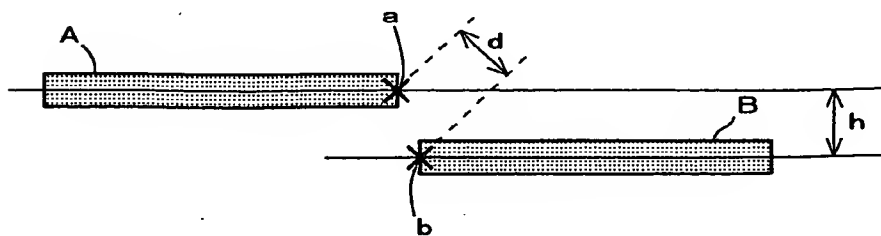


【図10】

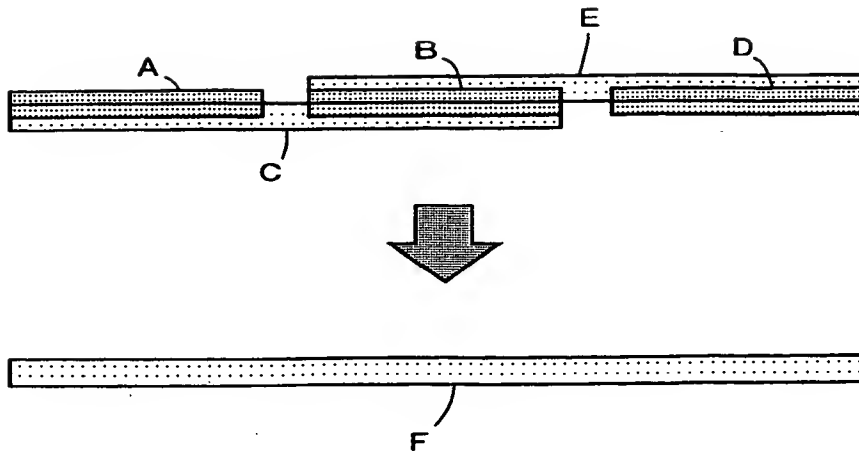
(1)



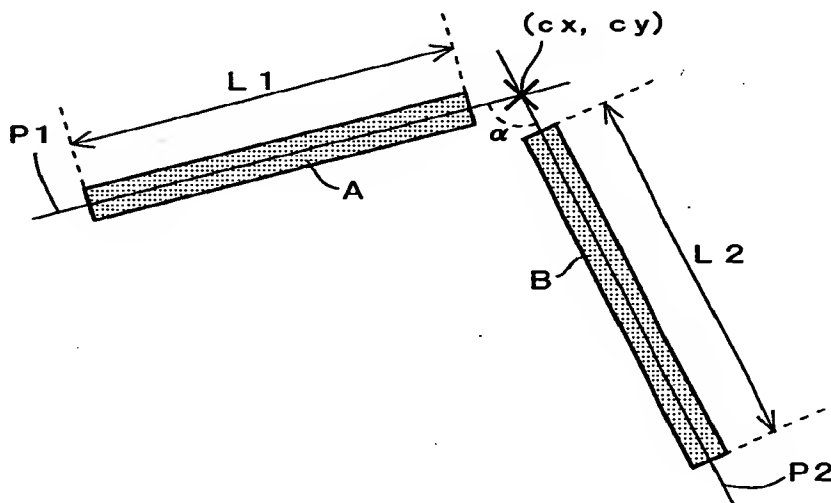
(2)



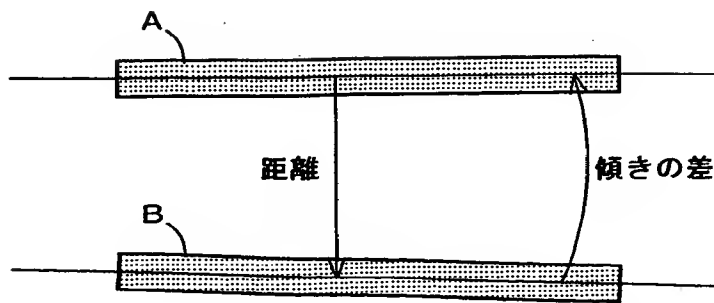
【図 11】



【図 12】

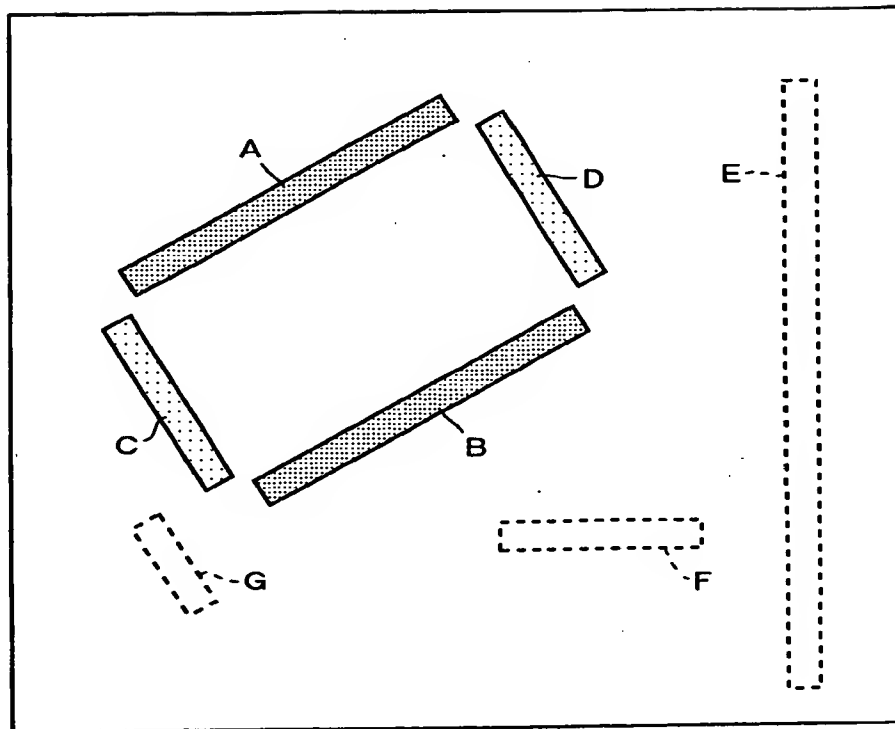


【図 1 3】

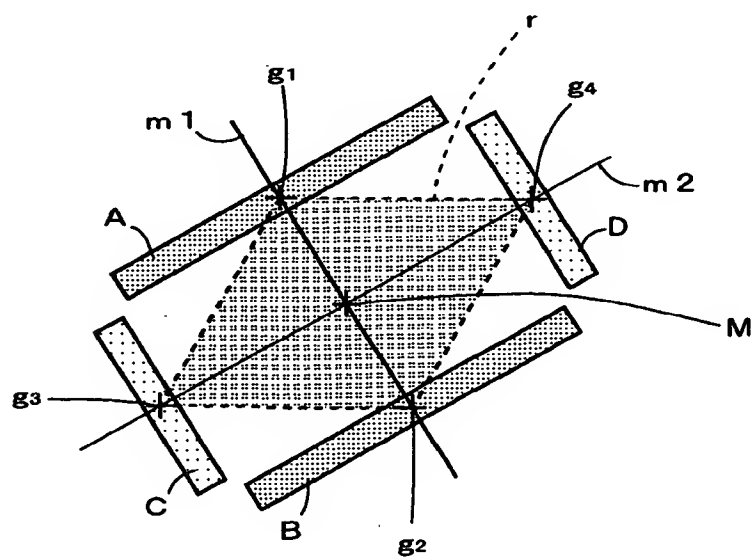


【図 14】

(1)



(2)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 輪郭に線分を有する対象物について、精度、処理速度ともに安定した計測処理を行う。

【解決手段】 制御部 8 は、処理対象の濃淡画像上のエッジ画素を抽出した後に、画像上のエッジ画素の度合をエッジの方向毎に示すヒストグラムを作成する。ついで制御部 8 は、ヒストグラム上の極大値を抽出して、各極大値にそれぞれ個別のラベルを設定した後、これら極大値に対応する方向を向くエッジ画素に、それぞれ前記極大値のラベルを割り当てる。さらに制御部 8 は、ラベル画像上で同じラベルの連続するエッジ画素の集合毎に個別のラベルを割り当てることにより、画像上の線分を構成するエッジ画素の集合を切分けた後、これら集合の特徴量を用いて抽出条件に応じた線分を抽出する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-362159
受付番号	50001533719
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成12年11月30日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年11月29日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000002945]

1. 変更年月日 2000年 8月11日

[変更理由] 住所変更

住 所 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町801番地
氏 名 オムロン株式会社